



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



MODEL MATEMATIKA PENGARUH PROGRAM REHABILITASI DAN PENERAPAN HUKUMAN TERHADAP JUMLAH PEMAKAI NARKOBA PADA POPULASI TERBUKA

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada Program Studi Matematika

oleh:

FITRIANI
11454201623



UIN SUSKA RIAU

UIN SUSKA RIAU

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2019



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN

**MODEL MATEMATIKA PENGARUH PROGRAM
REHABILITASI DAN PENERAPAN HUKUMAN TERHADAP
JUMLAH PEMAKAI NARKOBA PADA POPULASI TERBUKA**

TUGAS AKHIR

oleh:

FITRIANI
11454201623

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan tugas akhir
di Pekanbaru, 20 Desember 2019

Ketua Program Studi

Ari Pani Desvina, M.Sc.
NIP. 19811225 200604 2 003

Pembimbing

Mohammad Soleh, M.Sc.
NIP. 19751231 200901 1 052



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

MODEL MATEMATIKA PENGARUH PROGRAM REHABILITASI DAN PENERAPAN HUKUMAN TERHADAP JUMLAH PEMAKAI NARKOBA PADA POPULASI TERBUKA

TUGAS AKHIR

oleh:

FITRIANI
11454201623

Telah dipertahankan di depan sidang dewan penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau di Pekanbaru, pada tanggal 20 Desember 2019

Pekanbaru, 20 Desember 2019
Mengesahkan

Dekan

Dr. Drs. Ahmad Darmawi, M.Ag.
NIP. 19660604 199203 1 004

Ketua Program Studi

Ari Pani Desvina, M.Sc.
NIP. 19811225 200604 2 003

DEWAN PENGUJI

Ketua : Corry Corazon Marzuki, M.Si.
Sekretaris : Mohammad Soleh, M.Sc.
Anggota I : Dr. Yuslenita Muda, M.Sc.
Anggota II : Irma Suryani, M.Sc.

© Hak Cipta Milik UN Sukaraja
Jember

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh tugas akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan tugas akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal peminjaman.

UIN SUSKA RIAU

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



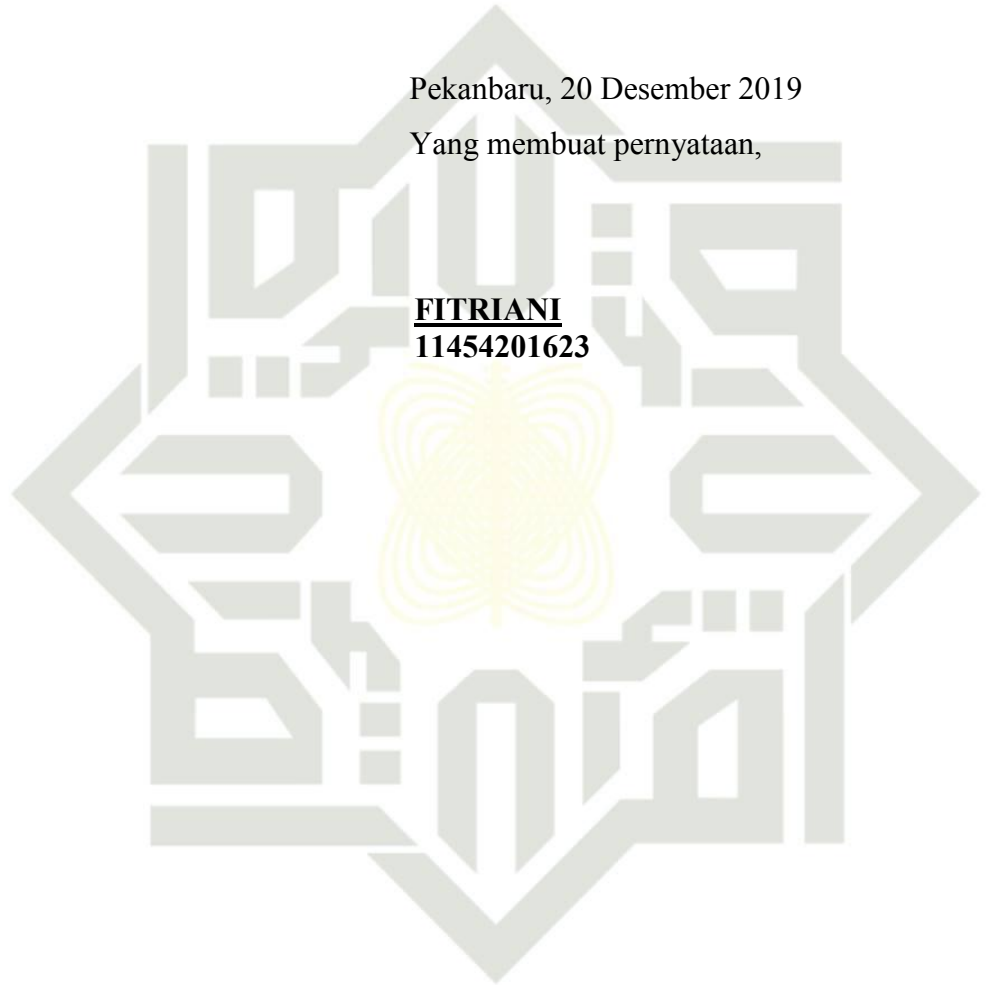
LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 20 Desember 2019

Yang membuat pernyataan,

FITRIANI
11454201623



UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PERSEMBAHAN



Alhamdulillahirabbil'alamín, puji syukur tak henti-hentinya kepada Allah SWT, atas nikmat, karunia dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

∞∞∞∞

Ucapan terimakasih yang tak terhingga kepada sosok wanita yang telah melahirkan, merawat dan serta mendidik jiwa raga ini dengan penuh kasih sayang yang tulus. Doa dan harapan yang beliau berikan selalu mengiringi langkah perjalanan hidup ku untuk menjadi sosok yang diinginkannya.

∞∞∞∞

Ucapan terimakasih untuk abang, kakak dan adik ku yang telah mendukungku, memotivasi setiap langkah ku hingga aku mampu melewati hari sulitku dan menemani ku dalam suka maupun duka.

∞∞∞∞

Dengan penuh haru dan segala kerendahan hati Kupersembahkan gelar sarjana ku buat keluarga tercinta yang telah memberikan cinta kasih, perjuangan dan doa yang tiada henti.

∞∞∞∞

Allah selalu memberikan hal-hal yang kita butuhkan dengan cara dan waktu yang telah ditentukan oleh-Nya. Oleh sebab itu, selalu percaya akan ada hikmah di setiap takdir yang telah diberikan-Nya.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

MODEL MATEMATIKA PENGARUH PROGRAM REHABILITASI DAN PENERAPAN HUKUMAN TERHADAP JUMLAH PEMAKAI NARKOBA PADA POPULASI TERBUKA

FITRIANI
11354104055

Tanggal Sidang : 20 Desember 2019
Tanggal Wisuda: 2020

Program Studi Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No.155 Pekanbaru

ABSTRAK

Pada tugas akhir ini dibahas tentang pengaruh program rehabilitasi dan penerapan hukuman pada populasi terbuka menggunakan model XYBZ dengan asumsi adanya imigrasi dan emigrasi. Titik ekuilibrium ditentukan dengan menyelesaikan persamaan pada model XYBZ dan diuji kestabilannya dengan kriteria nilai eigen atau Routh Hurwitz. Analisis model kestabilan keadaan tak endemik pemakai narkoba dan endemik pemakai narkoba dengan menunjukkan kestabilan asimtotik lokal pada keduanya. Berdasarkan simulasi pemakai narkoba jika imigrasi lebih kecil dari emigrasi maka populasi pemakai narkoba menjadi menurun dan jika imigrasi lebih besar dari emigrasi maka populasi pemakai narkoba akan semakin bertambah. Selanjutnya, jika penerapan hukuman diperkecil maka jumlah populasi pemakai narkoba akan meningkat dan jika penerapan hukuman diperbesar maka jumlah populasi pemakai narkoba akan menurun.

Kata kunci: Model XYBZ, populasi terbuka, program rehabilitasi dan penerapan hukuman, Routh-Hurwitz, titik ekuilibrium.

UIN SUSKA RIAU



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

MATHEMATICS MODEL INFLUENCE OF REHABILITATION AND PUNISHMENT PROGRAMS ON THE NUMBER OF DRUG USERS IN OPEN POPULATIONS

FITRIANI
11454201623

Date of Final Exam : 20th December, 2019
Date of Graduation Ceremony : 2020

*Mathematics Department
Faculty of Science and Technology
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
Soebrantas Street No. 155 Pekanbaru*

ABSTRACT

This final project discusses the effect of rehabilitation programs and the application of penalties to the open population using the XYBZ model with the assumption of immigration and emigration. The equilibrium point is determined by solving the equation in the XYBZ model and testing its stability with eigenvalues or Routh Hurwitz criteria. Analysis of the stability model of the endemic situation of drug users and endemic drug users by showing local asymptotic stability in both. Based on the simulation of drug users, if immigration is smaller than emigration, the population of drug users will decrease and if immigration is greater than emigration, the population of drug users will increase. Furthermore, if the application of penalties is reduced the number of drug users will increase and if the application of penalties is increased the number of drug users will decrease.

Keywords: *equilibrium point, open population, rehabilitation and application of punishment programs, Routh- Hurwitz, XYBZ model.*

UIN SUSKA RIAU



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Model Matematika Pengaruh Program Rehabilitasi dan Penerapan Hukuman Terhadap Jumlah Pemakai Narkoba Pada Populasi Terbuka”**. Sholawat beriring salam kita hadiahkan kepada Nabi Allah yakni Muhammad SAW yang selalu memberikan syafa'atnya sehingga kita dapat merasakan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi seperti sekarang ini. Penulisan tugas akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi strata satu (S1) pada Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Selama penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini penulis tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada orang tua tercinta Jumikan dan Suratin yang tidak pernah lelah mencurahkan cinta kasih sayang, perhatian, doa dan dukungan untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Kemudian penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. KH. Akhmad Mujahidin, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Bapak Dr. Drs. Ahmad Darmawi, M.Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Ibu Ari Pani Desvina, M.Sc selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan Pembimbing Akademik yang selalu memberikan nasehat dan saran agar penulis dapat menyelesaikan pendidikan ini
4. Ibu Fitri Aryani, M.Sc selaku Sekretaris Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Ibu Dr. Yuslenita Muda, M.Sc dan Ibuk Irma Suryani, M.Sc selaku Penguji yang telah memberikan kritikan dan saran dalam penulisan tugas akhir ini.
 - Bapak Mohammad Soleh, M.Sc selaku Pembimbing tugas akhir yang telah banyak membantu, memberi bimbingan, memberi arahan, saran, motivasi, dukungan serta ilmunya dalam penulisan tugas akhir ini.
 - Bapak dan Mamak yang selama ini telah menjadi orang tua yang terbaik untukku, yang selalu mendoakanku untuk selalu sukses, memberi semangat serta memberikan segalanya yang aku minta. Tanpa Mamak dan Bapak aku tidak akan mungkin bisa mendapatkan gelar sarjana. Maafkan anakmu yang belum bisa membahagikan dan belum bisa memberikan apa-apa. Hanya gelar S.Si ini yang bisa aku berikan. I love you Mamak and Bapak.
 - Kakangku Edi Muryono, Mbakku Dewi Sopa Lilis Mulyani dan Adikku Muhammad Apriadi yang telah banyak memberikan doa dan semangat untuk aku menyelesaikan tugas akhir ini.
 - Teman senasib, seperjuangan dan teman GoGoGirls tugas akhir “Lena Elverida Br. Hotang, S.Si”. Dan juga teman-teman GoGoGirls “Feny Ariza, S.Si, Ikke Janita, S.Si, Rahma Yulis, S.Si, Rati Trisnowati, Salamah Fitriani Harianja dan Syafrika Yuliarti, S.Si.
 - Semua dosen Matematika Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberi masukan, motivasi serta ilmunya.
 - Semua pihak yang telah banyak membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
- Semoga kebaikan yang telah mereka berikan kepada penulis menjadi amal kebaikan dan mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT. Aamiin.

UIN SUSKA RIAU



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Penulis sadar bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Namun, penulis sudah berusaha untuk mencapai hasil yang maksimal. Oleh karna itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata penulis harap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pihak-pihak yang memerlukan.

Pekanbaru, Desember 2019

Fitriani



UIN SUSKA RIAU

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR SIMBOL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-3
1.3 Batasan Masalah	I-4
1.4 Tujuan Penelitian	I-4
1.5 Manfaat Penelitian	I-4
1.6 Sistematika Penulisan	I-5
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Sistem Persamaan Diferensial	II-1
2.2 Titik Ekuilibrium dan Analisa Kestabilan Titik ekuilibrium	II-2
2.3 Bilangan Reproduksi Dasar (R_0).....	II-8
2.4 Model Matematika Pengaruh Program Rehabilitasi dan Penerapan Hukuman terhadap Jumlah Pemakai Narkoba	II-9



BAB III METODE PENELITIAN

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembentukan Model Matematika Pengaruh Program Rehabilitasi dan Penerapan Hukuman Terhadap Jumlah Pemakai Narkoba Pada Populasi Terbuka	IV-2
4.2 Titik Ekuilibrium Pemakai Narkoba	IV-5
4.2.1 Titik Ekuilibrium Tak Endemik Pemakai Narkoba	IV-6
4.2.2 Titik Ekuilibrium Endemik Pemakai Narkoba	IV-7
4.3 Analisa Kestabilan Titik Ekuilibrium	IV-9
4.3.1 Analisis Kestabilan Titik Ekuilibrium Tak Endemik Pemakai Narkoba	IV-11
4.3.2 Analisis Kestabilan Titik Ekuilibrium Endemik Pemakai Narkoba	IV-14
4.4 Simulasi	IV-19

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Diarung mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarung mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2. Diagram Alir Pemodelan XYBZ.....	II-11
4.1 Diagram Alir Model Pengaruh Program Rehabilitasi dan Penerapa Hukuman Terhadap Jumlah Pemakai Narkoba pada Pupolasi Terbuka	IV-4
4.2 Simulasi Titik Ekuilibrium Bebas Narkoba	IV-21
4.3 Simulasi Titik Ekuilibrium Tak Pemakai Narkoba.....	IV-22
4.4 Simulasi Titik Ekuilibrium Bebas Narkoba	IV-25
4.5 Simulasi Pemakai Narkoba Jika $\mu_1 < \mu_2$	IV-27
4.6 Simulasi Pemakai Narkoba Jika $\mu_1 > \mu_2$	IV-27
4.7 Simulasi Pemakai Narkoba Jika μ di Perkecil	IV-29
4.8 Simulasi Pemakai Narkoba Jika μ di Perbesar.....	IV-29

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

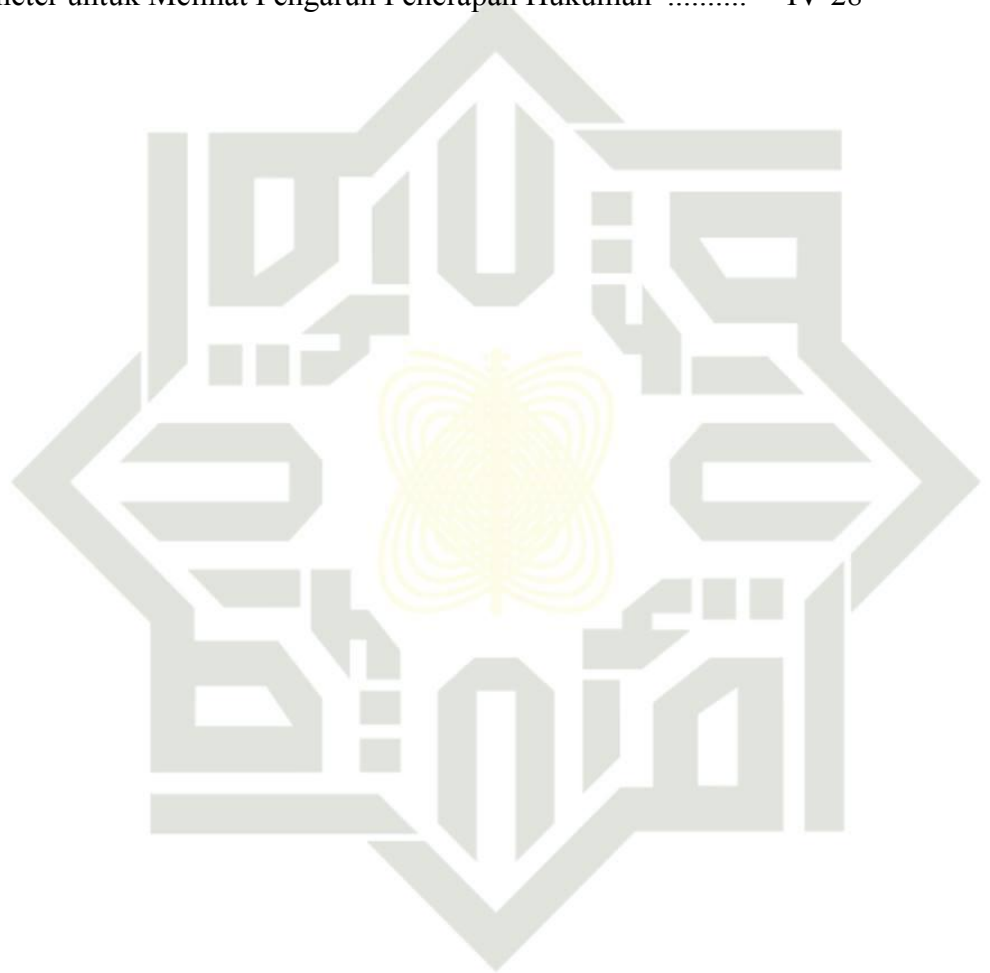


Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4-1 Nilai Parameter untuk Titik Ekuilibrium Bebas Narkoba	IV-20
4-1 Nilai Paramater untuk Titik Ekuilibrium Endemik Pemakai Narkoba .	IV-23
4-1 Nilai Parameter untuk Melihat Pengaruh Penerapan Hukuman	IV-28



UIN SUSKA RIAU



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

γ

μ_1

μ_2

c

β

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

$cY(1 - \beta)$

$\beta(1 + \beta)$

DAFTAR SIMBOL

- : kelompok individu rentan untuk memakai narkoba.
- : kelompok individu pemakai narkoba.
- : kelompok individu yang direhabilitasi.
- : kelompok individu yang berhenti memakai narkoba.
- : Individu yang berusia 10 tahun masuk ke kelompok rentan memakai narkoba dengan laju *recruitment*.
- : Laju kematian alami pada masing-masing populasi.
- : Laju kematian disebabkan oleh narkoba.
- : Laju individu pemakai narkoba menjadi individu yang di rehabilitasi.
- : Laju individu yang di rehabilitasi menjadi individu yang berhenti memakai narkoba.
- : Laju individu yang berhenti memakai narkoba menjadi individu yang rentan untuk memakai narkoba kembali.
- : Laju imigrasi.
- : laju emigrasi.
- : rata-rata banyaknya kontak tiap satuan waktu.
- : efek penerapan hukuman.
- : individu pemakai narkoba menjadi individu yang berhenti memakai narkoba.
- : Laju rata-rata banyaknya kontak setiap satuan waktu dengan efek penerapan hukuman.
- : Laju individu pemakai narkoba menjadi individu yang berhenti memakai narkoba dengan efek penerapan hukuman.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Narkoba bukan lagi sesuatu yang asing bagi masyarakat Indonesia. Narkoba adalah singkatan dari narkotika, psikotropika dan bahan aditif lainnya. Narkoba adalah zat atau obat yang jika dimasukkan ke dalam tubuh manusia atau dikonsumsi secara terus menerus akan menimbulkan efek ketergantungan dan jika dikonsumsi secara berlebihan (overdosis) akan menyebabkan kematian (Siningsih, 2015).

Berdasarkan data BNN dilaporkan bahwa penggunaan narkoba pada tahun 2018 meningkat 2,1% dibandingkan dengan tahun 2017. Pada tahun 2018, mayoritas pengguna narkoba adalah generasi muda, para pelajar atau mahasiswa. Hal ini berbeda dengan tahun 2017 yang mayoritas pengguna narkoba adalah kalangan pekerja. Sementara itu pada tahun 2017 BNN mencatat angka prevelensi penyalahgunaan narkoba sebesar 1,77% atau setara dengan 3.376.115 orang pada rentang usia 10-59 tahun. Penyalahgunaan narkoba meningkat karena penggunaan teknologi internet untuk perdagangan gelap narkoba dan nilai transaksi maupun jenis yang diperdagangkan juga meningkat (Ristianto, <https://nasional.kompas.com>).

Pemerintah telah melakukan berbagai upaya untuk mengurangi dan mencegah penyalahgunaan narkoba serta memberantas peredaran gelap narkoba supaya jumlahnya tidak terus bertambah. Upaya tersebut antara lain melakukan penyuluhan dan sosialisasi akan bahaya penyalahgunaan narkoba kepada masyarakat dan juga ke sekolah-sekolah. Pemerintah juga membentuk lembaga khusus anti narkoba yang sudah didirikan di setiap provinsi dan kota/kabupaten yaitu Badan Narkotika Nasional Provinsi (BNNP) dan Badan Narkotika Nasional Kota/Kabupaten (BNNK) yang ada di Indonesia (Sutarti, <https://www.bkkbn.go.id>).

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta dilindungi undang-undang UIN Suska Riau State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Pada saat ini pemerintah juga telah menyelenggarakan program untuk mencegah pertambahan jumlah pemakai narkoba yaitu program rehabilitasi dan penerapan hukuman bagi penyalahguna narkoba. Program rehabilitasi yaitu suatu proses pengobatan yang bertujuan untuk memulihkan pecandu dari ketergantungan narkoba agar dapat kembali beraktifitas normal seperti sediakala. Bentuk hukuman yang diterapkan oleh pemerintah bagi penyalahguna narkoba yaitu berupa hukuman denda, hukuman penjara dan hukuman mati. Penerapan hukuman bertujuan untuk membuat efek jera bagi pemakai narkoba dan yang belum memakai narkoba diharapkan agar tidak tertarik untuk mencobanya (Mandasari, dkk. 2018)

Beberapa penelitian terkait dengan pembahasan ini yaitu (Mandasari, dkk. 2018) dalam jurnal yang berjudul “*Model Metematika Pengaruh Program Rehabilitasi dan Penerapan Hukuman Terhadap Jumlah Pemakai Narkoba*”. Penelitian di atas menyimpulkan bahwa semakin besar hukuman yang diterapkan maka jumlah pemakai narkoba semakin sedikit. Sebaliknya semakin kecil hukuman yang diterapkan maka semakin banyak orang yang akan memakai narkoba. Kemudian (Yuliza, dkk. 2014) jurnal yang berjudul “*Model Matematika Jumlah Pemakai Narkoba dengan Program Rehabilitasi*” menyimpulkan bahwa dengan diterapkannya program rehabilitasi dapat mengurangi jumlah pengguna narkoba.

Selanjutnya, (Sriningsih, 2015) dalam jurnal yang berjudul “*Pengaruh Hukuman Mati Terhadap Dinamika Jumlah Pengguna Narkoba di Indonesia*” menyimpulkan bahwa dengan lebih menegaskan penerapan hukuman mati kepada pengedar narkoba akan berefek mengurangi jumlah penyalahguna narkoba dimasa yang akan datang. Jurnal sejenis yang membahas efek hukuman adalah jurnal (Jami, dkk. 2013) yang berjudul “*Model Matematika Pencegahan Pertambahan Jumlah Perokok dengan Penerapan Denda*”. Pada penelitian di atas diperoleh bahwa dengan memperbesar tingkat efektifitas denda yang diberikan kepada perokok dapat memperkecil terjadinya peluang berhasilnya kontak antara perokok dengan orang yang potensial menjadi perokok.

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak Cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Selanjutnya, jurnal yang membahas tentang populasi terbuka yaitu (Fatmasari, dkk. 2017) “*Model Matematika Penyebaran Penyakit HIV/AIDS dengan Terapi Pada Populasi Terbuka*”. Pada penelitian di atas diperoleh bahwa laju penyebaran penyakit HIV/AIDS sangat dipengaruhi oleh besarnya laju terapi yang diterima oleh individu yang terinfeksi HIV dan populasi yang bersifat terbuka juga berpengaruh terhadap jumlah populasi masing-masing subpopulasi.

Berdasarkan jurnal (Mandasari, dkk. 2018) belum diketahui tentang adanya pengaruh migrasi. Padahal perpindahan penduduk (migrasi) dari tempat satu ke tempat lain juga sangat mempengaruhi penyebaran narkoba. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis bagaimana pengaruh program rehabilitasi dan penerapan hukuman terhadap jumlah pemakai narkoba untuk populasi yang terbuka. Untuk itu penulis tertarik untuk meneliti “**Model Matematika Pengaruh Program Rehabilitasi dan Penerapan Hukuman Terhadap Jumlah Pemakai Narkoba Pada Populasi Terbuka**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang akan di bahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana bentuk model matematika pengaruh program rehabilitasi dan penerapan hukuman terhadap jumlah pemakai narkoba pada populasi terbuka ?
2. Bagaimana titik ekuilibrium dan kestabilan titik ekuilibrium dari model matematika pengaruh program rehabilitasi dan penerapan hukuman terhadap jumlah pemakai narkoba pada populasi terbuka ?
3. Bagaimana simulasi numerik model matematika pengaruh program rehabilitasi dan penerapan hukuman terhadap jumlah pemakai narkoba pada populasi terbuka ?



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang perlu di perhatikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Populasi bersifat terbuka yang artinya dalam penelitian ini terjadi proses migrasi.
2. Usia anggota populasi terhitung ≥ 10 tahun.
3. Populasi yang berada dalam satu wilayah tidak memperhatikan luas wilayah dan jenis kelamin.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Memperoleh bentuk model matematika pengaruh program rehabilitasi dan penerapan hukuman terhadap jumlah pemakai narkoba pada populasi terbuka.
2. Memperoleh titik ekuilibrium dan kesetabilan titik ekuilibrium dari model matematika pengaruh program rehabilitasi dan penerapan hukuman terhadap jumlah pemakai narkoba pada populasi terbuka.
3. Memperoleh simulasi numerik model matematika pengaruh program rehabilitasi dan penerapan hukuman terhadap jumlah pemakai narkoba pada populasi terbuka.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan model yang ditulis (Mandasari, dkk. 2018) dengan menambahkan asumsi bahwa populasi bersifat terbuka.
2. Memahami kesetabilan dari titik ekuilibrium model matematika pengaruh program rehabilitasi dan penerapan hukuman terhadap jumlah pemakai narkoba pada populasi terbuka.
3. Sebagai bahan referensi dan informasi untuk penelitian-penelitian selanjutnya di bidang yang sama.



1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini terdiri dari beberapa bab yaitu:

BAB I

Pendahuluan

Bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II

Landasan Teori

Bab ini menjelaskan tentang landasan teori yang digunakan, seperti sistem persamaan diferensial, titik ekuilibrium dan analisis kestabilan titik ekuilibrium dan model matematika pengaruh program rehabilitasi dan penerapan hukuman terhadap jumlah pemakai narkoba.

BAB III

Metode penelitian

Bab ini berisikan langkah-langkah penulisan yang berguna untuk menyelesaikan model matematika pengaruh program rehabilitasi dan penerapan hukuman terhadap jumlah pemakai narkoba pada populasi terbuka.

BAB IV

Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisikan tentang penjelasan model matematika pengaruh program rehabilitasi dan penerapan hukuman terhadap jumlah pemakai narkoba pada populasi terbuka dan memperoleh titik ekuilibrium pada model tersebut serta mendapatkan analisa kestabilan titik ekuilibriumnya.

BAB V

Penutup

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dari semua pembahasan.

1. Diarar mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarar mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Persamaan Diferensial

Persamaan diferensial biasa adalah persamaan diferensial yang hanya mempunyai satu variabel bebas. Sedangkan Persamaan diferensial parsial yaitu persamaan diferensial yang mempunyai lebih dari satu variabel bebas. Berdasarkan jumlah variabel bebasnya persamaan diferensial terbagi menjadi dua yaitu persamaan diferensial biasa dan persamaan diferensial parsial. Persamaan diferensial linier orde n dapat dinyatakan dalam bentuk sebagai berikut:

$$a_n(x) \frac{d^n y}{dx^n} + a_{n-1}(x) \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \dots + a_1(x) \frac{dy}{dx} + a_0(x)y = g(x) \quad (2.1)$$

Sedangkan persamaan diferensial nonlinier adalah persamaan yang tidak dapat dibentuk Persamaan (2.1) (Sugiarto, 2015).

Apabila terdapat beberapa persamaan diferensial, maka akan dibentuk suatu sistem persamaan diferensial. Bentuk umum dari suatu sistem persamaan diferensial orde satu adalah sebagai berikut (Perko, 2001)

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= f_1(t, x_1, x_2, \dots, x_n) \\ \frac{dx_2}{dt} &= f_2(t, x_1, x_2, \dots, x_n) \\ &\vdots \\ \frac{dx_n}{dt} &= f_n(t, x_1, x_2, \dots, x_n) \end{aligned} \quad (2.2)$$

Sistem persamaan diferensial (2.2) dapat ditulis sebagai persamaan vektor dengan vektor kolom $\dot{x} = \left[\frac{dx_1}{dt}, \frac{dx_2}{dt}, \dots, \frac{dx_n}{dt} \right]^T$, $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T$ dan $f = [f_1, f_2, \dots, f_n]^T$. Sistem persamaan diferensial dapat ditulis sebagai berikut:

$$\dot{x} = f(t, x) \quad (2.3)$$

Solusi dari (2.3) adalah sekumpulan fungsi yang terdiferensial dari n pada suatu interval $a < t < b$.

$$x_1 = \varphi_1(t), \dots, x_n = \varphi_n(t),$$

yang memenuhi Persamaan (2.3) pada interval $a < t < b$.



1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sistem persamaan diferensial (2.2) merupakan sistem linier jika fungsi linier dalam x_1, x_2, \dots, x_n dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\frac{dx_1}{dt} &= a_{11}(t)x_1 + a_{12}(t)x_2 + \dots + a_{1n}(t)x_n + g_1(t) \\ &\vdots \\ \frac{dx_n}{dt} &= a_{n1}(t)x_1 + a_{n2}(t)x_2 + \dots + a_{nn}(t)x_n + g_n(t)\end{aligned}\quad (2.4)$$

Persamaan (2.4) dapat ditulis menjadi:

$$\dot{x} = Ax + g \quad (2.5)$$

dengan,

$$A = \begin{bmatrix} a_{11}(t) & \dots & a_{1n}(t) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1}(t) & \dots & a_{nn}(t) \end{bmatrix}, \quad x = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}, \quad g = \begin{bmatrix} g_1(t) \\ \vdots \\ g_n(t) \end{bmatrix}$$

Sistem (2.5) disebut homogen jika $g = 0$, sehingga

$$\dot{x} = Ax \quad (2.6)$$

Jika $g \neq 0$ maka, Sistem (2.5) disebut nonhomogen.

2.2 Titik Ekuilibrium dan Analisa Kestabilan Titik Ekuilibrium

Terdapat dua jenis titik Ekuilibrium dalam model matematika penyebaran pemakai narkoba, yaitu titik ekuilibrium tak endemik pemakai narkoba dan titik ekuilibrium endemik pemakai narkoba. Titik ekuilibrium tak endemik pemakai narkoba terjadi jika dalam suatu populasi tidak terdapat individu pemakai narkoba dan titik ekuilibrium endemik pemakai narkoba adalah keadaan dalam populasi tersebut selalu terdapat individu pemakai narkoba.

Definisi 2.1(Perko, 2001) Titik $x^* \in \mathbb{R}^n$ disebut titik ekuilibrium dari suatu sistem persamaan diferensial yaitu:

$$\dot{x} = f(x) \quad (2.7)$$

jika $f(x^*) = 0$.



1. Di larang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Di larang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sedangkan kestabilan titik ekuilibrium dapat dijelaskan menggunakan definisi sebagai berikut:

Definisi 2.2 (Perko, 2001) Titik ekuilibrium $x^* \in R^n$ dari Sistem (2.7) dikatakan:

- a. Stabil jika untuk setiap $\varepsilon > 0$ terdapat $\delta > 0$ sedemikian sehingga untuk solusi $x(t)$ yang memenuhi $\|x(t_0) - x^*\| < \delta$ maka mengakibatkan $\|x(t) - x^*\| < \varepsilon$ untuk setiap $t \leq t_0$.
- b. Stabil asimtotik jika titik ekuilibrium $x^* \in R^n$ stabil dan terdapat bilangan $\delta_0 > 0$ sehingga untuk setiap solusi $x(t)$ yang memenuhi $\|x(t_0) - x^*\| < \delta_0$ mengakibatkan $\lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = x^*$.
- c. Tidak stabil jika titik ekuilibrium $x^* \in R^n$ tidak memenuhi (a).

Untuk menguji apakah titik tetap stabil atau tidak, maka digunakan kriteria nilai eigen atau kriteria Routh-Hurwitz.

Definisi (2.3) (Anton, 2004) Jika A adalah sebuah matriks $n \times n$, maka vektor tak nol x pada R^n disebut vektor eigen dari A jika Ax adalah sebuah kelipatan skalar dari x , berlaku :

$$Ax = \lambda x \quad (2.8)$$

Untuk sebarang skalar λ , skalar λ disebut nilai eigen dari A dan x disebut vektor eigen yang bersesuaian dengan λ .

Untuk mencari nilai eigen dari matriks A yang berukuran $n \times n$, maka Persamaan (2.8) dapat ditulis sebagai berikut:

$$Ax = \lambda Ix$$

atau secara ekuivalen,

$$(\lambda I - A)x = 0 \quad (2.9)$$

I merupakan matriks identitas. Agar λ dapat menjadi nilai eigen, harus terdapat satu solusi tak nol dari Persamaan (2.9). Persamaan (2.9) memiliki solusi tak nol jika dan hanya jika:

$$\det(\lambda I - A) = 0 \quad (2.10)$$

Persamaan (2.10) disebut persamaan karakteristik matriks A .



1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Kestabilan titik ekuilibrium x^* dapat ditentukan dengan memperlihatkan nilai-nilai eigen, yaitu λ_i , $i = 1, 2, 3, \dots, n$ yang diperoleh dari persamaan karakteristik.

Teorema 2.1 (M. Braun, 1983) Diberikan persamaan diferensial $\dot{x} = Ax$ dengan A adalah matriks berukuran $n \times n$ memiliki k nilai eigen yang berbeda $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ dengan $k \leq n$.

- a. Titik ekuilibrium x^* dikatakan stabil asimtotik jika dan hanya jika $Re(\lambda_i) < 0$ untuk suatu $i = 1, 2, \dots, k$.
- b. Titik ekuilibrium x^* dikatakan stabil jika dan hanya jika $Re(\lambda_i) \leq 0$ untuk suatu $i = 1, 2, \dots, k$.
- c. Titik ekuilibrium x^* dikatakan tidak stabil jika dan hanya jika $Re(\lambda_i) > 0$ untuk suatu $i = 1, 2, \dots, k$.

Jika nilai eigen dari persamaan karakteristik sistem sulit ditentukan maka digunakan kriteria kestabilan Routh-Hurwitz. Kriteria Routh-Hurwitz merupakan kriteria yang diterapkan dalam analisa suatu sistem linier. Karena kriteria kestabilan Routh-Hurwitz ini tidak melihat tanda bagian real dari nilai eigen atau akar-akar persamaan karakteristik secara langsung melainkan melihat koefisien dari persamaan karakteristik.

Teorema 2.2 (Allen, 2007) Jika diberikan persamaan karakteristik, yaitu:

$$P(\lambda) = \lambda^n + a_1\lambda^{n-1} + \dots + a_{n-1}\lambda + a_n,$$

di mana a_j adalah koefisien yang merupakan bilangan real, $j = 1, 2, \dots, n$ diperoleh matriks Hurwitz menggunakan koefisien a_j dari persamaan polinomial karakteristik yang didefinisikan sebagai berikut:

$$H_1 = (a_1), \quad H_2 = \begin{pmatrix} a_1 & 1 \\ a_3 & a_2 \end{pmatrix}, \quad H_3 = \begin{pmatrix} a_1 & 1 & 0 \\ a_3 & a_2 & a_1 \\ a_5 & a_4 & a_3 \end{pmatrix},$$

$$H_n = \begin{pmatrix} a_1 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ a_3 & a_2 & a_1 & 1 & \dots & 0 \\ a_5 & a_4 & a_3 & a_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & a_n \end{pmatrix}$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

di mana $a_j = 0$ jika $j > n$.

Akar-akar dari persamaan karakteristik polinomial $P(\lambda)$ adalah negatif atau memiliki bagian real negatif jika dan hanya jika determinan dari semua matriks Hurwitz adalah positif:

$$\det(H_j) > 0, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

Ketika $n = 2$ kriteria Routh-Hurwitz untuk $\det(H_1) = a_1 > 0$ dan

$$\det(H_2) = \det \begin{pmatrix} a_1 & 1 \\ 0 & a_2 \end{pmatrix} = a_1 a_2 > 0 \text{ atau } a_1 > 0 \text{ dan } a_2 > 0.$$

Berdasarkan kriteria Routh-Hurwitz untuk polinomial berderajat $n = 2, 3, 4$, dan 5 dinyatakan bahwa titik ekuilibrium stabil, jika:

$n = 2$: $a_1 > 0$ dan $a_2 > 0$

$n = 3$: $a_1 > 0, a_3 > 0$ dan $a_1 a_2 > 0$

$n = 4$: $a_1 > 0, a_3 > 0, a_4 > 0$ dan $a_1 a_2 a_3 > a_3^2 + a_1^2 a_4$

$n = 5$: $a_1 > 0, i = 1, 2, 3, 4, 5, a_1 a_2 a_3 > a_3^2 + a_1^2 a_4$ dan

$$(a_1 a_4 - a_5)(a_1 a_2 a_3 > a_3^2 + a_1^2 a_4) > a_5(a_1 a_2 - a_3)^2 + a_1 a_5^2.$$

Contoh 2.1:

Diberikan sistem persamaan diferensial sebagai berikut:

$$\frac{dx_1}{dt} = -3x_1$$

$$\frac{dx_2}{dt} = -2x_2$$

Tentukan titik ekuilibrium dan kestabilan dari sistem persamaan diferensial di atas!

Penyelesaian:

$$\frac{dx_1}{dt} = 0$$

$$-3x_1^* = 0$$

$$x_1^* = 0$$

$$\frac{dx_2}{dt} = 0$$

$$-2x_2^* = 0$$

$$x_2^* = 0$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sehingga diperoleh titik ekuilibriumnya $(x_1^*, x_2^*) = (0,0)$. Untuk mendapatkan kestabilan dari titik ekuilibrium $(0,0)$ dapat ditentukan dengan menghitung nilai eigen tersebut.

Didapat matriks **A** sebagai berikut:

$$A = \begin{bmatrix} -3 & 0 \\ 0 & -2 \end{bmatrix}$$

Akan dicari nilai eigen dari matriks **A** di atas:

$$\det(\lambda I - A)x = 0$$

$$\det \left[\begin{bmatrix} \lambda & 0 \\ 0 & \lambda \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -3 & 0 \\ 0 & -2 \end{bmatrix} \right] = 0$$

$$\det \left[\begin{bmatrix} \lambda & 0 \\ 0 & \lambda \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -3 & 0 \\ 0 & -2 \end{bmatrix} \right] = 0$$

$$\det \left[\begin{bmatrix} \lambda + 3 & 0 \\ 0 & \lambda + 2 \end{bmatrix} \right] = 0$$

Sehingga diperoleh nilai eigennya sebagai berikut:

$$(\lambda + 3)(\lambda + 2) - 0 = 0$$

$$\lambda^2 + 2\lambda + 3\lambda + 6 - 0 = 0$$

$$\lambda^2 + 5\lambda + 6 = 0$$

$$\lambda_1 = -3 \text{ dan } \lambda_2 = -2$$

Berdasarkan Teorema (2.1), maka titik ekuilibrium $(x_1^*, x_2^*) = (0,0)$ adalah stabil asimtotik.

Contoh 2.2:

Seidiki apakah persamaan karakteristik di bawah ini memenuhi kriteria Routh-Hurwitz ?

$$P(\lambda) = \lambda^3 + 3\lambda^2 + 2\lambda + 2 = 0$$

Berdasarkan persamaan di atas, maka didapat $a_1 = 3$, $a_2 = 2$, $a_3 = 2$.

Kemudian nilai j dari persamaan karakteristik di atas adalah 3, sehingga matriks Hurwitznya hanya sampai a_5 . Akan dibuktikan semua determinan matriks Hurwitznya adalah positif.

Untuk $H_1 = (a_1)$, $\det(H_1) = |3| = 3 > 0$.

Untuk $H_2 = \begin{pmatrix} a_1 & 1 \\ a_3 & a_2 \end{pmatrix}$, $\det(H_2) = \begin{vmatrix} 3 & 1 \\ 2 & 2 \end{vmatrix} = 4 > 0$.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\text{Untuk } H_3 = \begin{vmatrix} a_1 & 1 & 0 \\ a_3 & a_2 & a_1 \\ 0 & 0 & a_3 \end{vmatrix}, \det(H_3) = \begin{vmatrix} 3 & 1 & 0 \\ 2 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 2 \end{vmatrix} = 8 > 0.$$

Karena semua determinan matriks Hurwitznya positif, maka persamaan karakteristik di atas memenuhi kriteria Routh-Hurwitz dan dapat dinyatakan stabil.

Untuk suatu sistem persamaan diferensial nonlinier, analisis kestabilan dilakukan melalui pelinieran. Misalnya diberikan sistem persamaan diferensial biasa nonlinier berikut ini:

$$\dot{x} = f(x), x \in R^n. \quad (2.11)$$

Dengan menggunakan ekspansi Taylor untuk suatu titik ekuilibrium x^* , maka Sistem (2.11) dapat ditulis sebagai berikut:

$$\dot{x} = J(x) + \varphi(x), \quad (2.12)$$

Dengan J adalah matriks Jacobi yang dinyatakan sebagai berikut:

$$J = \frac{\partial f}{\partial x}(x^*)$$

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1} & \frac{\partial f_1}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n} \\ \frac{\partial f_2}{\partial x_1} & \frac{\partial f_2}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_2}{\partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial f_n}{\partial x_1} & \frac{\partial f_n}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_n}{\partial x_n} \end{bmatrix}, \quad (2.13)$$

dan $\varphi(x)$ adalah suku berorder tinggi yang bersifat $\lim_{x \rightarrow 0} \varphi(x) = 0$, dengan $J(x)$ pada Sistem (2.12) disebut pelinieran dari Sistem (2.11) yang didapat dalam bentuk $\dot{x} = J(x)$.

Untuk menguji kestabilan titik ekuilibrium persamaan diferensial nonlinier dapat menggunakan kriteria nilai eigen atau kriteria Routh-Hurwitz.

Teorema 2.3 (Perko, 2001) Selanjutnya akan diberikan teorema tentang sifat kestabilan lokal dari Sistem (2.13) yang ditinjau dari nilai eigen matriks jacobian $J(x)$.

- Jika matriks Jacobian $J(x)$ mempunyai $\lambda_i < 0$ untuk $i = 1, 2, \dots, n$ maka x dari Sistem (2.2) stabil asimtotik lokal.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Jika terdapat nilai eigen matriks Jacobian $J(x)$ yang mempunyai bagian real positif, maka titik tetap x dari Sistem (2.2) tidak stabil.

2. Rasio Reproduksi Dasar (R_0)

Untuk mengetahui tingkat penyebaran penyakit diperlukan suatu parameter tertentu. Parameter yang biasa digunakan adalah Rasio Reproduksi Dasar. Rasio Reproduksi Dasar adalah bilangan yang menyatakan banyaknya rata-rata individu infeksi sekunder akibat tertular individu infeksi primer yang berlangsung di dalam populasi *susceptible*. Namun ada juga yang mengartikan sebagai rasio atau perbandingan yang menunjukkan jumlah individu *susceptible* yang menderita penyakit akibat individu *infected*. Jika model memiliki dua titik ekuilibrium yaitu titik ekuilibrium bebas narkoba dan endemik pemakai narkoba, maka akan terjadi endemik pemakai narkoba jika $(R_0) > 1$ dan tidak terjadi endemik jika $(R_0) < 1$.

Misalkan terdapat n subpopulasi terinfeksi dan m subpopulasi tidak terinfeksi. Selanjutnya dimisalkan pula x menyatakan subpopulasi terinfeksi dan y menyatakan subpopulasi tidak terinfeksi (rentan dan sembuh), dan $x \in \mathbb{R}^n$ dan $y \in \mathbb{R}^m$ untuk $m, n \in \mathbb{Z}$, sehingga :

$$y' = \varphi_i(x, y) - \psi_i(x, y), \text{ dengan } i = 1, 2, \dots, n.$$

Dengan φ_i adalah laju infeksi sekunder yang menambah pada subpopulasi terinfeksi dan ψ_i adalah laju perkembangan penyakit, kematian dan kesembuhan yang mengakibatkan berkurangnya populasi dari suatu subpopulasi terinfeksi.

Persamaan dari subpopulasi terinfeksi yang telah dilinierisasi dapat dituliskan sebagai berikut :

$$y' = (F - V)x$$

dengan F dan V adalah matrik berukuran $n \times n$ dan $F = \frac{\partial \varphi_i}{\partial u_i}(y_0, 0)$ dan $V = \frac{\partial \psi_i}{\partial u_i}(y_0, 0)$. Selanjutnya didefinisikan matriks K sebagai :

$$K = FV^{-1}$$

dengan K disebut sebagai *next generation matrix*. Nilai harapan dari infeksi sekunder pada populasi rentan adalah radius spektral (nilai eigen dominan) dari matriks K (Driesse dan Watmough, 2001) sehingga :



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dianggap mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$R_0 = \rho(K) = \rho(FV^{-1}).$$

2. Model Matematika Pengaruh Program Rehabilitasi dan Penerapan Hukuman terhadap Jumlah Pemakai Narkoba

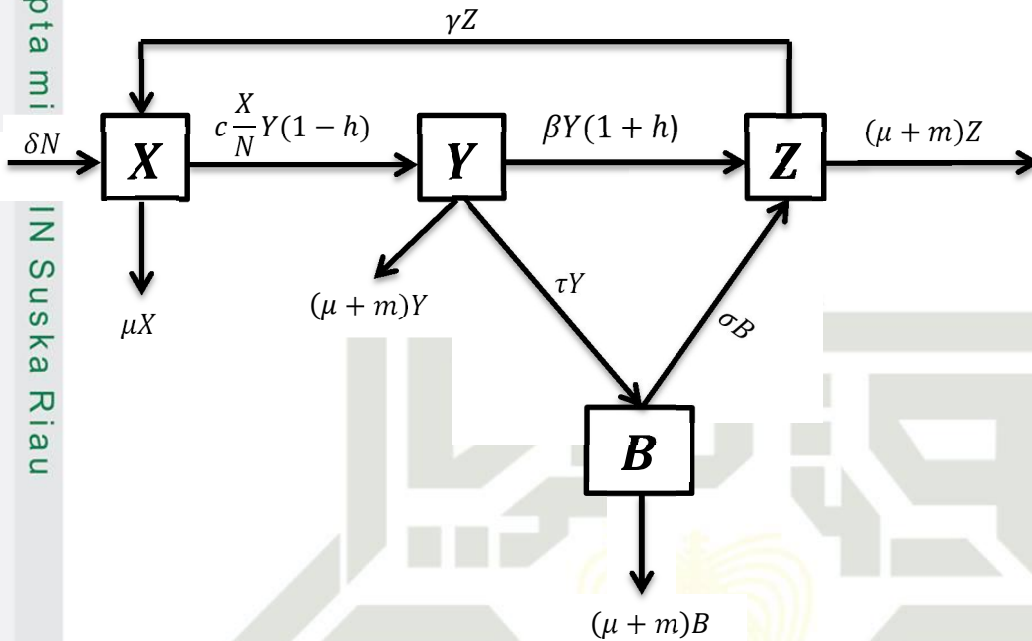
Populasi pada model ini dibagi menjadi empat kelompok yaitu kelompok individu rentan untuk memakai narkoba (X), kelompok individu pemakai narkoba (Y), kelompok individu yang direhabilitasi (B) dan kelompok individu yang berhenti memakai narkoba (Z).

Pada *Model Matematika Pengaruh Program Rehabilitasi dan Penerapan Hukuman terhadap Jumlah Pemakai Narkoba* diperlukan asumsi sebagai berikut:

- Populasi bersifat tertutup, yaitu dalam populasi tidak terjadi proses migrasi.
- Jumlah populasi konstan yaitu jumlah pertambahan populasi sama dengan jumlah kematian.
- Individu yang berusia 6 tahun masuk ke kelompok rentan dengan laju *recruitment* sebesar δ .
- Laju kematian alami pada masing-masing populasi sebesar μ .
- Laju rata-rata banyaknya kontak setiap satuan waktu dengan efek penerapan hukuman sebesar $c \frac{X}{N} Y(1 - \eta)$, dengan c menyatakan rata-rata banyaknya kontak tiap satuan waktu dan η menyatakan efek penerapan hukuman.
- Laju kematian yang disebabkan oleh narkoba sebesar m .
- Laju individu pemakai narkoba menjadi individu yang berhenti memakai narkoba dengan efek penerapan hukuman sebesar $\beta Y(1 + \eta)$, dengan β menyatakan individu pemakai narkoba menjadi individu yang berhenti memakai narkoba.
- Laju individu pemakai narkoba menjadi individu yang direhabilitasi sebesar τ .
- Laju individu yang direhabilitasi menjadi individu yang berhenti memakai narkoba sebesar σ .
- Laju individu yang berhenti memakai narkoba menjadi individu rentan untuk memakai narkoba kembali sebesar γ .



Berdasarkan asumsi di atas, maka diperoleh diagram alir dari *Model Matematika Pengaruh Program Rehabilitasi dan Penerapan Hukuman terhadap Jumlah Pemakai Narkoba* oleh Jurnal (Mandasari, dkk. 2018) sebagai berikut:



Gambar 2.1 Diagram Alir Model Matematika Pengaruh Program Rehabilitasi dan Penerapan Hukuman terhadap Jumlah Pemakai Narkoba

Berdasarkan diagram alir di atas maka diperoleh sistem persamaan diferensial sebagai berikut:

$$\left. \begin{aligned}
 \frac{dX}{dt} &= -c \frac{X}{N} Y (1 - h) - \mu X + \gamma Z + \delta N \\
 \frac{dY}{dt} &= c \frac{X}{N} Y (1 - h) - (\beta (1 + h) + \mu + m + \tau) Y \\
 \frac{dB}{dt} &= \tau Y - (\mu + m + \sigma) B \\
 \frac{dZ}{dt} &= \beta Y (1 + h) + \sigma B - (\mu + m + \gamma) Z
 \end{aligned} \right\} \quad (2.14)$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dalam proposal tugas akhir ini adalah studi literatur dengan mempelajari buku-buku dan jurnal-jurnal yang berkaitan dengan model epidemi pemakai narkoba. Adapun langkah-langkah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mendefinisikan variabel dan parameter yang digunakan.
- Membuat asumsi-asumsi yang melibatkan variabel dan parameter. Dalam penelitian ini penulis mengasumsikan bahwa populasi berifat terbuka, di mana dalam populasi terjadi proses migrasi, perubahan jumlah populasi disebabkan oleh migrasi. Proses imigrasi dan emigrasi terjadi pada suppopulasi individu rentan memakai narkoba (X), individu memakai narkoba (Y) dan individu yang berhenti memakai narkoba (Z).
- Diberikan model XYBZ oleh (Mandasari, dkk. 2018), sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\frac{dX}{dt} &= -c \frac{X}{N} Y(1 - \beta) - \mu X + \gamma Z + \delta N \\ \frac{dY}{dt} &= c \frac{X}{N} Y(1 - \beta) - (\beta(1 + \beta) + \mu + m + \tau)Y \\ \frac{dB}{dt} &= \tau Y - (\pi + m + \sigma)B \\ \frac{dZ}{dt} &= \beta Y(1 + \beta) + \sigma B - (\mu + m + \gamma)Z\end{aligned}\quad (3.1)$$

- Berdasarkan Model (3.1) penulis menambahkan asumsi adanya migrasi dalam populasi sehingga diperoleh model terbaru dari penulis adalah sebagai berikut:

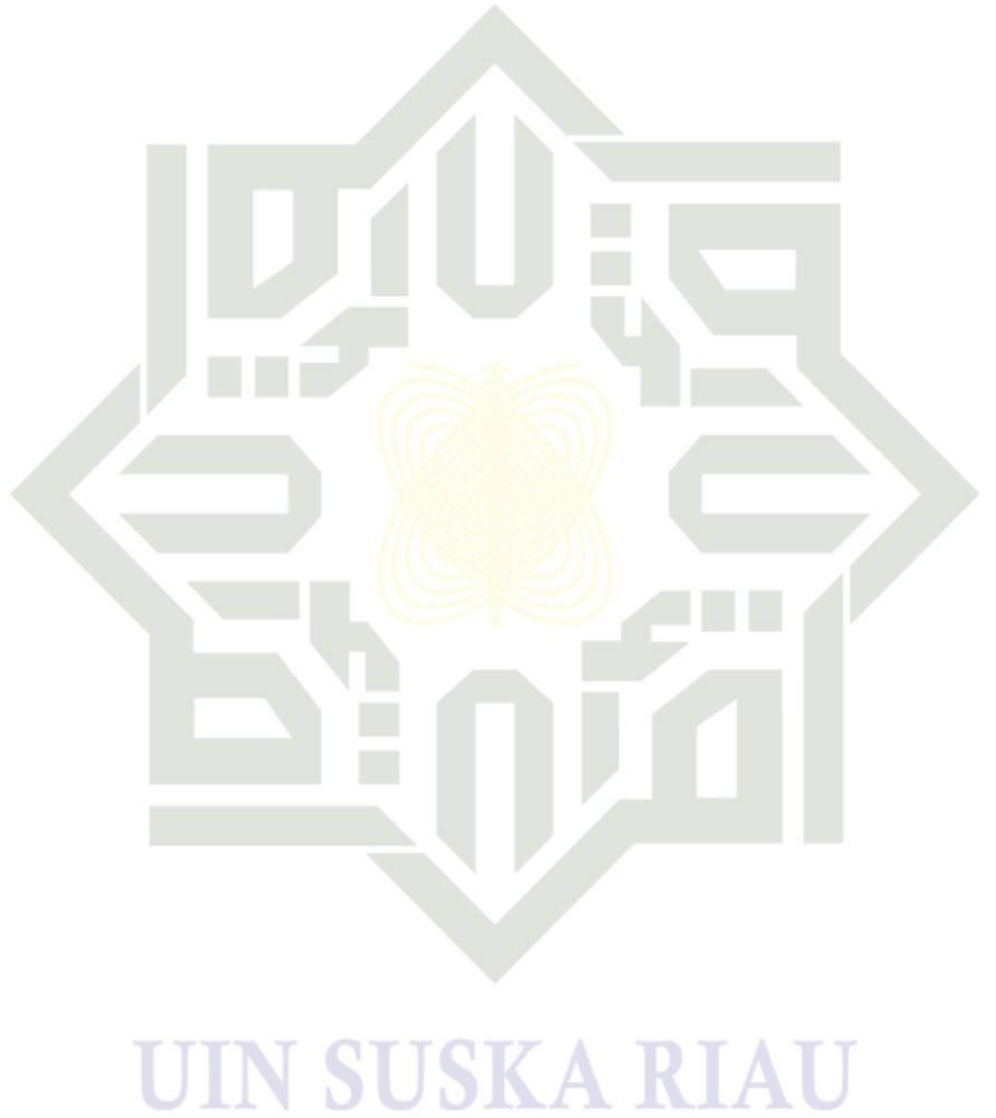
$$\begin{aligned}\frac{dX}{dt} &= -c \frac{X}{N} Y(1 - \beta) - (\mu - \mu_1 + \mu_2)X + \gamma Z + \delta N \\ \frac{dY}{dt} &= c \frac{X}{N} Y(1 - \beta) - (\beta(1 + \beta) + \mu + m - \mu_1 + \mu_2 + \tau)Y \\ \frac{dB}{dt} &= \tau Y - (\mu + m + \sigma)B \\ \frac{dZ}{dt} &= \beta Y(1 + \beta) + \sigma B - (\mu + m - \mu_1 + \mu_2 + \gamma)Z\end{aligned}\quad (3.2)$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

5. Berdasarkan Model (3.2) ditentukan titik ekuilibrium, dengan cara mengubah sistem persamaan diferensial pada Model (3.2) menjadi nol.
6. Selanjutnya akan dilakukan analisa kestabilan titik ekuilibrium yang diperoleh dari Model (3.2) dengan menggunakan kriteria nilai eigen atau kriteria Routh-Hurwitz.
7. Membuat simulasi numerik dengan menggunakan *software maple*.
8. Menyimpulkan hasil yang telah diperoleh secara keseluruhan.



BAB V PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Model matematika pengaruh program rehabilitasi dan penerapan hukuman terhadap jumlah pemakai narkoba pada populasi terbuka yaitu:

$$\frac{dX}{dt} = \delta N - c \frac{X}{N} Y(1 - \eta) - (\mu - \mu_1 + \mu_2)X + \gamma Z$$

$$\frac{dY}{dt} = c \frac{X}{N} Y(1 - \eta) - (\beta(1 + \eta) + \mu + m - \mu_1 + \mu_2 + \tau)Y$$

$$\frac{dB}{dt} = \tau Y - (\mu + m + \sigma)B$$

$$\frac{dZ}{dt} = \beta Y(1 + \eta) + \sigma B - (\mu + m - \mu_1 + \mu_2 + \gamma)Z$$

dengan $X + Y + B + Z = N$.

- Terdapat dua titik ekuilibrium dari model yang di peroleh yaitu :

- Titik ekuilibrium bebas narkoba $P^0 = \left(\frac{\delta N}{D_1}, 0, 0, 0\right)$.

- Titik ekuilibrium endemik pemakai narkoba

$$P^1 = \left(\frac{ND_2}{c(1-h)}, \frac{D_3 D_4 N(D_1 D_2 - \delta c(1-h))}{c(1-h)(\gamma D_3 \beta(1+h) + \gamma \sigma \tau - D_2 D_3 D_4)}, \right. \\ \left. \frac{\tau D_4 N(D_1 D_2 - \delta c(1-h))}{c(1-h)(\gamma D_3 \beta(1+h) + \gamma \sigma \tau - D_2 D_3 D_4)}, \frac{(D_3 \beta(1+h) + \sigma \tau)(N(D_1 D_2 - \delta c(1-h)))}{c(1-h)(\gamma D_3 \beta(1+h) + \gamma \sigma \tau - D_2 D_3 D_4)} \right).$$

Selanjutnya, untuk analisa kestabilan titik ekuilibrium jika $R_0 < 1$ maka dalam jangka waktu yang cukup lama populasi tidak ada yang memakai narkoba dan Jika $R_0 > 1$ maka dalam jangka waktu yang cukup lama populasi tersebut selalu terdapat individu yang memakai narkoba.

- Pada simulasi dapat disimpulkan bahwa pada keadaan populasi tak endemik pemakai narkoba jumlah populasi rentan memakai narkoba mengalami peningkatan, sedangkan jumlah populasi pemakai narkoba mengalami penurunan sehingga jumlah populasi individu yang direhabilitasi dan jumlah populasi berhenti memakai narkoba juga akan mengalami penurunan yang



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

akan mengakibatkan populasi terbebas dari narkoba dan ini terjadi pada saat $R_0 < 1$. Untuk keadaan populasi endemik pemakai narkoba jumlah populasi kelompok rentan memakai narkoba, populasi kelompok memakai narkoba, populasi kelompok individu yang direhabilitasi dan populasi kelompok individu yang berhenti memakai narkoba mengalami kenaikan dan penurunan, namun jumlah populasi pada masing-masing kelompok populasi tidak pernah mencapai angka 0. Sehingga situasi ini akan membuat populasi tidak akan pernah terbebas dari narkoba dan ini terjadi pada saat $R_0 > 1$. Selanjutnya, berdasarkan simulasi pemakai narkoba bahwa jika imigrasi lebih kecil dari emigrasi maka populasi pemakai narkoba menjadi menurun dan jika imigrasi lebih besar dari emigrasi maka populasi pemakai narkoba akan semakin bertambah. Selanjutnya jika penerapan hukuman diperkecil maka jumlah populasi pemakai narkoba akan meningkat dan jika penerapan hukuman diperbesar maka jumlah populasi pemakai narkoba akan menurun.

5.2 Saran

Penelitian ini membahas tentang Model Matematika Pengaruh Program Rehabilitasi dan Penerapan Hukuman Terhadap Jumlah Pemakai Narkoba pada Populasi Terbuka. Bagi pembaca yang tertarik dengan pembahasan ini bisa menggunakan model lain dengan pengaruh *treatment* dalam proses penyebrannya.

UIN SUSKA RIAU

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, L. J. S. “*An Introduction to Mathematical Biology*”. Pearson: Inggris. 2007.
- Anton, R., dkk. “*Aljabar Linier Elementer*”. Edisi Kedelapan Jilid 1. Jakarta; Erlangga. 2004.
- Braun, M. “*Differential Equations and Their Application*”. Department of Mathematics Queens College University New York, USA. 1983.
- Driessche, P & Watmough, J. “*Reproduction Number and Sub-Threshold Endemic Equilibria for Compartmental Models of Disease Transmission*”. Mathematical Biosciences. 2002. 180:29-48.
- Fatmasari, D., dkk “Model Matematika Penyebaran Penyakit HIV/AIDS dengan Terapi Pada Populasi Terbuka”. *Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau, Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, Vol.3, No.1. 2017.
- Jami, F. Y., dkk “Model Matematika Pencegahan Pertambahan Jumlah Perokok dengan Penerapan Denda”. *Studen Of Mathematics Department State University of Padang, UNP Journal Mathematics*. Vol.2, No.1.2013.
- Mandasari, P. R., dkk “Model Matematika Pengaruh Program Rehabilitasi dan Penerapan Hukuman terhadap Jumlah Pemakai Narkoba”. *Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau, Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, Vol.4, No.2. 2018.
- Perko, L. “*Differential Equation and Dynamical system*”. Department of Mathematics Northem Arizona University Flagstaf, USA. 2001.
- Ristiano, C. “BNN Sebut Penyalahgunaan dan Peredaran Narkotika Semakin Meningkat”. <https://nasional.kompas.com/read/2019/06/26/11421691/bnn-sebut-penyalahgunaan-dan-peredaran-narkotika-semakin-meningkat>. [diakses pada tanggal 7 Juli 2019].
- Siningsih, R. “Pengaruh Hukuman Mati terhadap Dinamika Jumlah Pengguga Narkoba di Indonesia”. *Jurusan Matematika, Universitas Negeri padang, Padang Indonesia*. Vol.1, No.2. 2015.
- Sugiarto. “*Persamaan Diferensial*”. Yogyakarta: Binafi Publisher. 2015.
- Starti E. “Strategi Sederhana Pencegahan Penggunaan Narkoba Melalui Keluarga”. <https://www.bkkbn.go.id/strategi-sederhana-pencegahan> -

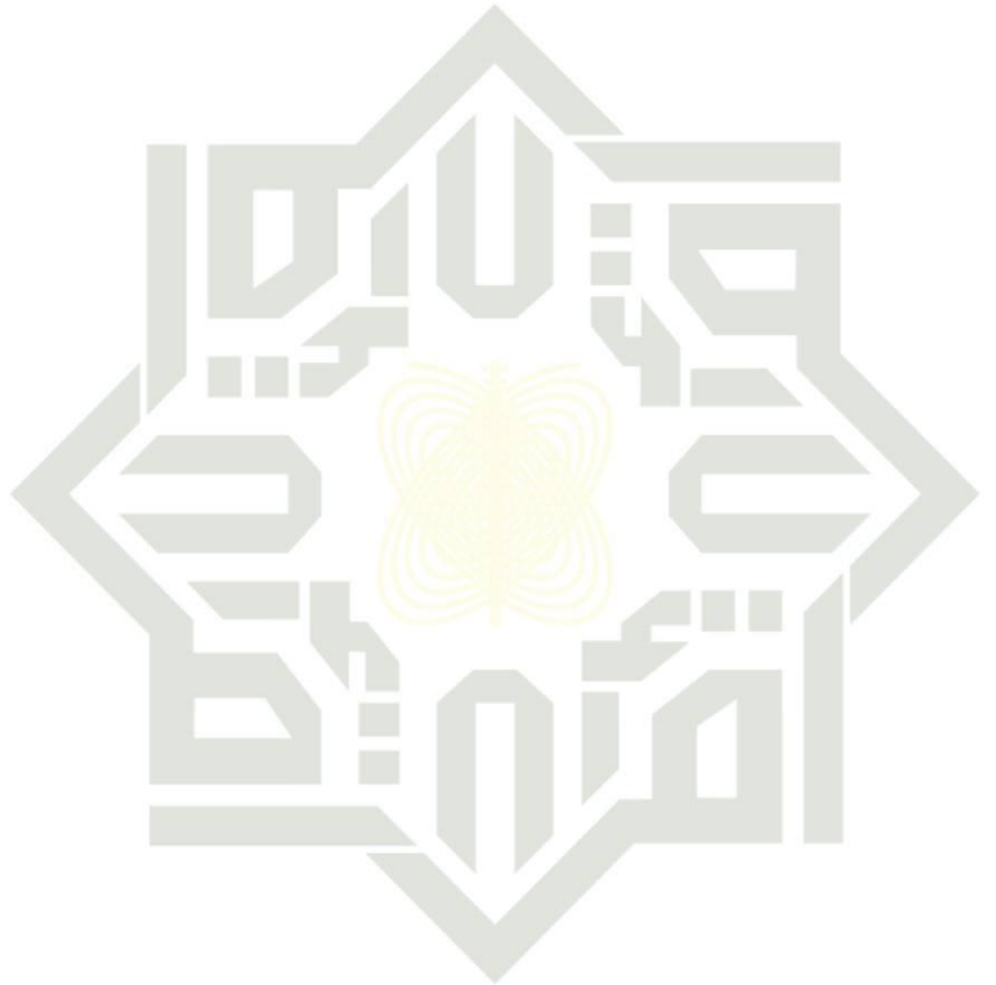


Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

[penggunaan-narkoba-melalui-keluarga](#). [diakses pada tanggal 31 Oktober 2019].

Yuliza, E., dkk. “Model Matematika Jumlah Pemakai Narkoba dengan Program Rehabilitasi”. *Mathematics Department State University of Padang, UNP Journal Mathematics*. Vol.1. 2014.



UIN SUSKA RIAU



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© H



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kempas Jaya, 10 Oktober 1996, sebagai anak ke-tiga dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Jumikan dan Ibu Suratin. Penulis menyelesaikan Pendidikan Formal pada Sekolah Dasar Negeri 14 Kempas Jaya, Kecamatan Kempas, Kabupaten Indragiri Hilir, Riau Tahun 2008. Menyelesaikan Pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 3 Kempas pada Tahun 2011

dan menyelesaikan Sekolah Menengah Atas dengan jurusan IPA di SMAN Dharma Pendidikan pada Tahun 2014. Setelah menyelesaikan studi di bangku SMA, pada tahun yang sama penulis melanjutkan Pendidikan ke Perguruan Tinggi di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Pekanbaru Riau dan lulus di Fakultas Sains dan Teknologi dengan Jurusan Matematika.

Pada Bulan Juli-September 2017 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Selabau, Kecamatan Sungai Lala, Kabupaten Indragiri Hulu, Riau. Pada Bulan Januari 2018 penulis melaksanakan Kerja Praktek di Dinas Pekerja Umum Provinsi Riau “Analisis Pengaruh Jumlah Kemiskinan, Kepadatan Penduduk dan Tingkat Pengangguran Terbuka Terhadap Kawasan Permukiman Kumuh di Provinsi Riau Tahun 2017”, yang dibimbing oleh Ibu Rahmadeni, M.Sc dan Bapak Aditya Wijaya Raisnur Putra, M.T pada tanggal 23 Januari 2018 sampai dengan 23 Februari 2018, diseminarkan pada tanggal 26 Mei 2017 dan dijilid keras pada tanggal 18 Juli 2018.

Penulis dinyatakan lulus dalam ujian sarjana pada tanggal 20 Desember 2019 dengan judul tugas akhir “Model Matematika Pengaruh Program Rehabilitasi dan Penerapan Hukuman Terhadap Jumlah Pemakai Narkoba Pada Populasi Terbuka” dibawah bimbingan Bapak Mohammad Soleh, M.Sc.

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.